



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 887**

51 Int. Cl.:
H04L 12/24 (2006.01)
G05B 19/418 (2006.01)
H04L 12/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08105067 .6**
96 Fecha de presentación : **18.08.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2157732**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.02.2010**

54 Título: **Configuración de un sistema de control de proceso.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.11.2011

73 Titular/es: **ABB Technology AG.**
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es: **Wimmer, Wolfgang**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 367 887 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Configuración de un sistema de control de proceso

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a sistemas de Control de Proceso y en particular a sistemas de Automatización de Subestaciones, con una representación de configuración normalizada y una red de comunicaciones basada en conmutadores Ethernet.

10

Antecedentes de la invención

La subestaciones en las redes eléctricas de alta y media tensión incluyen dispositivos primarios tales como cables eléctricos, líneas, barras de conexión, interruptores, transformadores de potencia y transformadores de instrumentación, que se disponen en general en recintos y/o posiciones de subestación. Estos dispositivos primarios se operan de forma automatizada a través de un sistema de Automatización de Subestaciones (SA, del inglés "Substation Automation"). El sistema de SA comprende dispositivos secundarios, denominados Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED, del inglés "Intelligent Electronic Devices"), responsables de la protección, control y supervisión de los dispositivos primarios. Los IED pueden estar asignados a niveles jerárquicos, es decir al nivel de la estación, al nivel de posición y al nivel de proceso, estando este último separado del nivel de posición por una denominada interfaz de proceso. El nivel de estación del sistema de SA incluye una Estación de Trabajo del Operador (OWS, del inglés "Operator Work Station") con una Interfaz Hombre Máquina (HMI, del inglés "Human-Machine Interface") y una pasarela al Centro de Control de Red (NCC, del inglés "Network Control Centre"). Los IED en el nivel de posición, también denominados unidades de posición, a su vez se conectan entre sí, así como a los IED en el nivel de estación por medio de un bus entre posiciones o de estación que da servicio principalmente a la finalidad de intercambiar comandos e información de estado.

Los IED en el nivel de proceso comprenden sensores electrónicos para la medición de tensión (VT), intensidad (CT) y densidad de gas, sondas de contacto para la detección de las posiciones de los interruptores y del intercambiador de tomas del transformador y/o actuadores inteligentes (I/O) para el control de la subestación como los interruptores o seccionadores. Los IED de ejemplo a nivel de proceso tales como los transformadores de intensidad y tensión no convencionales comprenden un Convertidor Analógico a Digital (AD) para el muestreo de las señales analógicas. Los IED del nivel de proceso se conectan a las unidades de posición por medio de un bus de proceso, que se puede considerar como la interfaz de proceso que sustituye a la interfaz de proceso en el cableado convencional. Esta última conecta los transformadores de intensidad y tensión convencionales en la subestación al equipo en el nivel de posición por medio de cables de Cu dedicados, en cuyo caso las señales analógicas de los transformadores de instrumentación se muestrean por las unidades de posición.

Se ha introducido una norma de comunicaciones para la comunicación entre los dispositivos secundarios de una subestación por parte del Comité Electrotécnico Internacional (IEC) como parte de la norma IEC 61850 titulada "communication networks and systems in substations". Para mensajes de tiempo no crítico, la IEC 61850-8-1 especifica el protocolo de Especificación del Mensaje de Fabricación (MMS, ISO/I EC 9506) basado en una pila de protocolo de Interconexión de Sistemas Abiertos reducido (OSI, del inglés "Open Systems Interconnection") con el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo de Internet (IP) en las capas de transporte y de red, respectivamente y Ethernet y/o RS-232C como medio físico. Para mensajes basados en eventos, críticos en el tiempo, la IEC 61850-8-1 especifica el Eventos de Subestación Orientada a Objetos Genéricos (GOOSE, del inglés "Generic Object Oriented Substation Events") directamente en la capa de enlace Ethernet de la pila de comunicaciones. Para señales que cambian periódicamente muy rápido en el nivel de proceso como las mediciones de tensiones e intensidades analógicas la IEC 61850-9-2 especifica el servicio del Valor de Muestra (SV, del inglés "Sampled Value"), que, como GOOSE, se construye directamente en la capa de enlace de Ethernet. Por ello, la norma define un formato para publicar, tal como los mensajes de emisión múltiple en una Ethernet industrial, mensajes basados en eventos y datos de medición digitalizados de los sensores de intensidad y tensión en el nivel de proceso. Los mensajes SV y GOOSE se transmiten a través de un bus de proceso, que se puede extender, particularmente en subestaciones de media y baja tensión eficientes en coste, a las posiciones vecinas, es decir más allá de la posición a la que se asigna el sensor. En este último caso el bus de proceso transmite, además de los datos de proceso, mensajes relacionados con comandos y/o estado intercambiados en otros casos a través de un bus de estación dedicado. En lo que sigue, se suprime la distinción entre bus de proceso y de estación en los sistemas de SA.

En la tecnología general de sistemas de comunicación, dentro de las redes de área local (LAN) construidas mediante la conexión de una pluralidad de ordenadores u otros dispositivos inteligentes en conjunto, un concepto denominado "LAN virtual" (VLAN) emplea la funcionalidad para la agrupación arbitraria y lógica de terminales o nodos que se conectan a conmutadores de la red. Las VLAN Ethernet de acuerdo con IEEE 802.1Q permiten la limitación de acceso a los terminales conectados a una red Ethernet dentro de una VLAN así como la limitación del flujo de datos de mensajes de Ethernet de emisión múltiple a partes redefinidas de la red Ethernet en las que se conectan los terminales del receptor que pertenecen a la misma VLAN. De aquí que la VLAN sea capaz de reducir el

tráfico de red no necesario y garantizar la seguridad.

5 En el estado de la técnica de las redes basadas en conmutadores Ethernet, las definiciones VLAN se gestionan dentro de los conmutadores Ethernet, por lo tanto estos últimos se han de configurar para, o puestas en su conocimiento de otra forma, las VLAN relevantes. Específicamente, para cada puerto de un conmutador, el conmutador ha de saber si un mensaje (de emisión múltiple) VLAN entrante particular se debe dirigir a este puerto o no, es decir si este puerto también pertenece como puerto de salida a la VLAN del mensaje entrante.

10 En el estado de la técnica de las redes basadas en conmutadores Ethernet se asume que cualquier terminal único conectado pertenece a una VLAN específica. Este terminal puede hablar solamente entonces a otros terminales que pertenezcan a la misma VLAN. Cuando se configuran los conmutadores, los puertos hacia estos terminales de comunicación se denominan por lo tanto *puertos de acceso* y sólo se permite que estos puertos de acceso pertenezcan a una VLAN, mientras que los otros puertos internos del sistema de comunicaciones, denominados puertos *troncales*, pueden pertenecer a varias VLAN. En cuanto son conocidos los ID de VLAN de los puertos de acceso, los conmutadores pueden determinar automáticamente las ID de VLAN a las que los puertos troncales deben pertenecer. Una VLAN se puede configurar o bien manualmente dentro de los computadores, o bien configurar automáticamente por medio de una tabla central que relaciona, para cada terminal, las direcciones MAC de los terminales con un ID de VLAN. Sin embargo, este último mecanismo no es ventajoso porque la tabla central se ha de modificar cuando se sustituye un terminal defectuoso por uno nuevo con una dirección MAC diferente o debido al fallo del servidor de direcciones que contenga esta relación. Por lo tanto, y especialmente dentro de los sistemas de control de proceso, la configuración de la VLAN se configura típicamente manualmente.

25 Los sistemas de SA basados en la IEC 61850 se configuran por medio de una representación de configuración o descripción del sistema formal normalizada denominada Descripción de Configuración de Subestación (SCD, del inglés "Substation Configuration Description"). Un archivo SCD contiene el flujo de datos lógicos entre las IED en un modo "por mensaje", es decir para cada origen del mensaje, una lista de IED de destino o receptoras, el tamaño del mensaje en términos de definiciones de conjuntos de datos así como la tasa de envío de mensajes para todo el tráfico periódico como GOOSE, SV e informes de Integridad. De modo similar, el archivo SCD especifica la distribución de mensajes de emisión múltiple en redes de área local virtual (VLAN) en las que un único IED puede enviar diferentes mensajes en tiempo real para diferentes finalidades dentro de diferentes VLAN del sistema de comunicaciones de SA. De ahí que el concepto anterior de puertos de acceso no se pueda aplicar; sin embargo el concepto de *puertos de borde*, es decir puertos que no han de ser considerados en el algoritmo para evitar el bucle RSTP en redes físicamente entramadas, es aún válido (en esta denominación, un puerto de borde conectado a un nodo terminal o IED que está asignado a una única VLAN corresponde a un puerto de acceso). Esto ya complica la configuración de las VLAN en los conmutadores. Adicionalmente, la suposición de que todas las IED envíen datos *espontáneamente* dentro de su VLAN no es normalmente aplicable para aplicaciones de SA en tiempo real que contienen receptores de mensajes puros para ciertas VLAN. Además, los receptores de mensajes de una VLAN no pueden enviar mensajes dentro de la misma VLAN (no envían ningún mensaje VLAN o dentro de otra VLAN). Ambos hechos impiden la detección de VLAN automática convencional mediante los conmutadores en base a los mensajes recibidos.

45 Para grandes sistemas de SA o de control de proceso con necesidades de comunicación críticas en tiempo real incrementadas debido a la comunicación de emisión múltiple que atraviesa el sistema completo, la carga sobre la red de comunicación llega a ser crítica. Éste es por ejemplo el caso para los mensajes GOOSE y SV de la IEC 61850. Además, los IED a nivel de estación tal como la Estación de Trabajo del Operador y pasarela, no están en general adaptados para manejar más de 200 a 1000 mensajes por segundo. En este contexto, los principios y métodos de la siguiente invención no están de ninguna manera restringidos a un uso en automatización de subestaciones, sino que son aplicables de la misma forma a otros sistemas de control de proceso con una descripción de configuración normalizada. En particular, se ha de indicar que la IEC 61850 es también una norma aceptada para plantas hidráulicas, sistemas eólicos y Fuentes de Energía Distribuidas (DER).

55 El documento US 20080127210 describe un archivo de descripción de IED configurado con una sección que indica qué mensaje de evento de subestación orientada a objeto genérico debería recibir el IED. La sección incluye datos de nodo lógico desde otro dispositivo electrónico inteligente.

Descripción de la invención

60 Es por lo tanto un objetivo de la invención reducir el tráfico de la red e impedir la sobrecarga en redes de comunicación conmutadas de sistemas de Control de Proceso (PC) o Automatización de Subestaciones (SA) por medio de un envío selectivo de mensajes a su destino pretendido. Este objetivo se consigue por un método para configurar un sistema de PC o SA y una herramienta de configuración de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 7, respectivamente. Las realizaciones preferidas adicionales son evidentes a partir de las reivindicaciones de la patente dependientes.

65 De acuerdo con la invención, los datos de configuración de la Red de Área Local Virtual (VLAN) se generan automáticamente a partir de un flujo de datos lógicos entre los dispositivos electrónicos inteligentes (IED) del sistema

de PC o SA como se ha descrito dentro de la representación de configuración normalizada del sistema. Los IED de proceso, así como los conmutadores de la red de comunicaciones basada en conmutadores Ethernet a la que se conectan los IED, tienen en su conocimiento las VLAN asignadas. Cualquier análisis de rendimiento o diagnóstico en estos dispositivos pueden mostrar problemas de diseño con las VLAN y la arquitectura de comunicación ya en la etapa de ingeniería o de diseño del sistema de comunicación. La invención proporciona una alternativa probada de un control de proceso para la configuración manual de VLAN así como el manejo automático de la VLAN en redes comerciales de comunicación basadas en conmutación.

En una variante preferida de la invención, la configuración para los puertos troncales se define mediante la comparación de los flujos de datos desde los IED de origen a destino con la red de conmutación física, determinando de ese modo a que ID de VLAN deberían pertenecer los puertos troncales así como simplemente los conmutadores internos de red. Esto es especialmente útil si se usan redes en árbol puro, por ejemplo sistemas que trabajan con redundancia de red dual como la IEC 62439 PRP en lugar de redundancia de anillo.

Alternativamente, especialmente para estructuras de red de comunicación en anillo conmutado y otras topologías Ethernet entramadas que usan algoritmos en árbol expandido o conexiones a columnas Ethernet comerciales, la asociación a la ID de VLAN de los puertos troncales y conmutadores internos de la red se puede dejar a los algoritmos de descubrimiento de VLAN automáticos existentes en los conmutadores. La asignación de ID de VLAN en el momento de la ingeniería de acuerdo con la invención se realiza de ese modo solamente para los puertos de borde y sus (posibles) puertos troncales.

En una realización ventajosa de la invención, la información formal sobre los mensajes individuales tales como el tamaño o tasa de envío se recupera desde la representación de configuración normalizada, consolidada o agrupada por conmutador o por cable de conexión y evaluada para determinar una situación de carga de la red en este último. Los mensajes relevantes son los transmitidos o enviados por el conmutador o cable, las fuentes de mensaje correspondientes o bloques de control a su vez comprenden las ID de VLAN asignadas a (los puertos de) el conmutador bajo consideración o a un puerto de un conmutador al que se conecta el cable, respectivamente.

Para informes basados en eventos, la información formal recuperada comprende preferiblemente una tasa general de cambio de datos indicativa de un flujo de datos de estado normal, por ejemplo, un mensaje para un origen de mensajes de medición que informan de cambios de medición basados en eventos en una posición, así como un tamaño de ráfaga indicativo de una carga de pico máxima o en el peor caso, por ejemplo 5 mensajes dentro de 200 ms para el origen de mensajes de medición anterior, más 5 mensajes para orígenes de eventos. Por ello, para cada conmutador y/o cable conexión, la carga de red normal y excepcional se puede calcular por adelantado en base a una previsión de los mensajes recibidos en varias circunstancias.

La presente invención también se refiere a un producto de programa de ordenador que incluye un código de programa de ordenador para el control de uno o más procesadores de una herramienta de configuración u otro dispositivo adaptado para conectarse a una red de comunicaciones de un sistema de SA o PC y configurado para almacenar una representación de configuración normalizada del sistema de SA o PC, particularmente, un producto del programa de ordenador que incluye un medio que pueda leer un ordenador que contiene en él, el código de programa de ordenador.

Breve descripción de los dibujos

La materia objeto de la invención se explicará con más detalle en el texto a continuación con referencia a las realizaciones de ejemplo preferidas que se ilustran en los dibujos adjuntos, de los que:

la Figura 1 es un gráfico de función del flujo de datos lógicos entre una pluralidad de IED, la Figura 2 representa la estructura de la red física de una red de comunicaciones y la Figura 3 es un extracto de un archivo SCL con una descripción de configuración formal de un IED y un conmutador.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La Figura 1 es un gráfico de función que muestra el flujo de comunicación o de datos lógicos configurado entre los dispositivos electrónicos inteligentes (IED) de un sistema de automatización de subestaciones (SA) de ejemplo. El flujo de datos comprende informes no almacenados (por ejemplo, "position" desde el IED P2KA4 a la Pasarela P2Y1 y al servidor OPC AA1KA1) y mensajes GOOSE (por ejemplo "interlock" desde el IED P2KA4 a los IED P2KA3, P2KA1, P2KA2).

La Figura 2 representa la estructura de red física de la red de comunicaciones del sistema de SA de la Figura 1. Se muestran los conmutadores (círculos abiertos), cables (puntos) e IED (rectángulos). Los conmutadores SW1, SW2, SW3, SW4 se conectan a los IED con los cables C1, C2, C3, C41, C43, C10, C12, y entre sí con los cables troncales C21, C23, C42.

La Figura 3 comprende un extracto de un archivo del Lenguaje de Configuración de Subestación (SCL, del inglés "Substation Configuration Language"), especialmente relacionado con el IED "P2KA1" y el conmutador "SW1" del sistema de comunicación presentado en la Figura 1. Las partes del archivo SCL reproducidas en la Figura 3 definen para los mensajes de "interlock" de GOOSE un identificador ("VLAN-ID" 004) de la Red de Área Local Virtual (VLAN) y la frecuencia de envío (MinTime, MaxTime) como la información formal de ejemplo. Adicionalmente, una descripción de ejemplo de la estructura física de la red en la representación de la configuración normalizada de acuerdo con IEC61850 comprende una referencia al cable "C1" que interconecta el puerto "P1" del IED y el puerto "P5" del conmutador, comparado con la Figura 2.

Más en detalle, las VLAN a ser configuradas en los conmutadores y sus puertos de borde que conectan a los IED se determina como sigue:

(1) La descripción del SCD (Descripción de Configuración de la Subestación) de acuerdo con la IEC 61850 contiene una sección de comunicación con, además de los bloques de control para información basada en eventos, bloques de control para mensajes basados en tiempo real (GOOSE y SV) a ser enviados dentro de una subred lógica, es decir un segmento de Ethernet físico en el que cada IED puede alcanzar a cualquier otro IED conectado sin la intervención de enrutadores. Los bloques de control GOOSE y SV identifican todos los remitentes de los mensajes relacionados de la VLAN. Si no incluyen ya una asignación a una VLAN, se puede asignar un identificador a VLAN único y no ambiguo al bloque de control cuando se requiera y en base a las clases de mensajes definidos por usuario. A diferencia de los GOOSE y SV de emisión múltiple, los eventos notificados se dirigen siempre solamente a un IED receptor dedicado.

Más generalmente, la descripción SCD específica para cada bloque de control, es decir para cada tipo de mensaje u origen del mensaje/clase de servicio correspondiente, el receptor o IED de destino pretendido, definiendo de ese modo el flujo de datos lógicos. A partir de esta información, mediante la transferencia del ID de VLAN del remitente a todos los IED receptores, se definen asimismo la totalidad de los ID de VLAN de todos los IED receptores y se puede asignar a los puertos de borde saliente en los conmutadores de conexión directa.

(2) Para todos los IED relacionados se buscan los conmutadores de conexión - esa información puede proporcionarse de la misma forma por la sección de comunicación del archivo SCD por medio del elemento de sintaxis PhysConn. Alternativamente, la información acerca de la estructura de la red de comunicación física en términos de conmutadores y cables de conexión en los puertos del conmutador se puede introducir manualmente o leer desde alguna base de datos u obtener mediante la exploración de una red de conmutadores existentes con los comandos de gestión de red (SNMP). Con esta información se puede deducir la configuración de VLAN básica para todos los conmutadores, es decir las conexiones físicas a través de la red de conmutadores.

(3) Las asignaciones anteriores se notifican como "configuración de VLAN de conmutador/puerto" en un formato de archivo de configuración específico del conmutador, para ser explotado durante la configuración de los conmutadores. Alternativamente la información de configuración de la VLAN se puede enviar con comandos de gestión, por ejemplo en base a SNMP, a todos los conmutadores preparados para aceptar este tipo de comandos. Los conmutadores adecuadamente configurados que implementan la información de configuración de la VLAN anteriormente deducida serán capaces de restringir el tráfico de datos en tiempo real al interior de las VLAN. Esto ayudará a impedir que la red y los receptores no pretendidos sean sobrecargados con mensajes de emisión múltiple no solicitados y finalmente garantiza la estabilidad de los sistemas de SA o PC.

(4) En aquellos casos en donde los puertos troncales del conmutador pueden y deben configurarse automáticamente, la etapa (1) es suficiente. Si, sin embargo, también se deben configurar los puertos troncales, entonces mediante el uso de una descripción formal de la red de conmutadores, por ejemplo como la contenida dentro de un archivo SCD de la IEC 91850 como una Subred IP separada con conexiones de puerto definidas por medio de un elemento PhysConn, las trayectorias desde cada remitente a todos sus receptores a través de la red de conmutadores se puede hallar por medio de un análisis topológico y todos los conmutadores y puertos de conmutador de salida de estos recorridos se configuran para pertenecer a la VLAN remitente.

En el ejemplo representado en las Figuras 1 y 2, los mensajes GOOSE se asignan a las VLAN como sigue: "DataSet1" e "Interlock" pertenecen a la VLAN 004, "ProtTrip" pertenece a la VLAN 010 y "GooseSt" se asigna a la VLAN 000 sin contenido y siempre emitida en cualquier caso. La configuración de la VLAN resultante por conmutador así como por el puerto saliente (cable) de cada conmutador se consolida en la tabla siguiente. P2WA1.A se refiere a una subred redundante.

Conmutador / - Puerto (cable)	Lista de ID de VLAN		
P2WA1 .A.SW3	000	010	
- P2WA1.A.C3	000		
- P2WA1.A.C12	000		
- P2WA1.A.C23	010		
P2WA1.A.SW2	000	010	004
- P2WA1.A.C2	000	004	
- P2WA1.A.C21	000	004	
- P2WA1.A.C23	000		
- P2WA1.A.C42	010	004	
P2WA1.A.SW1	000	004	
- P2WA1.A.C10	000		
- P2WA1.A.C1	000	004	
- P2WA1.A.C21	004		
P2WA1.A.SW4	000	010	004
- P2WA1.A.C41	000	004	
- P2WA1.A.C42	000	004	
- P2WA1.A.C43	010	004	

5 Los bloques de control incluyen la información formal acerca de la tasa de envío (tasa de muestras de SV, tiempo máximo y tiempo mínimo de GOOSE, período de informes de integridad) y una referencia a un conjunto de datos, cuyo análisis conduce a un número de valores de datos y tamaños de mensajes enviados. Por ello, con los recorridos a través del sistema de comunicación conocidos y los periodos de envío de los datos en tiempo real así como el tamaño del mensaje a partir de la definición del conjunto de datos referenciado por el bloque de control extraído del archivo SCD, se puede calcular la carga normal o de segundo plano del sistema de comunicación en todos los conmutadores y cables. La carga calculada considera las restricciones de enrutado producidas por la aplicación correcta de las VLAN dentro de los conmutadores de conexión de la red, es decir los resultados son válidos para un sistema de comunicación con las VLAN apropiadamente configuradas. Además, se puede usar la tasa de bits conocida en los cables entre los conmutadores y la tasa de rendimiento de mensajes del conmutador para considerar cualquier efecto de conducción.

15 Proporcionando un escenario de cambio de datos en el peor caso para mensajes GOOSE basados en eventos en la forma de un tamaño de ráfaga indicativo de una carga máxima en el peor caso (por ejemplo 5 mensajes dentro de 200 ms para un origen de mensaje de medidas, más 5 mensajes para el origen de eventos con cambios de posición de interruptores, disparos de protección o alarmas de supervisión), se pueden calcular los picos de carga para cada conmutador conectado. En comparación con las tasas de procesamiento de conmutadores apropiadas indica cuánto tiempo lleva gestionar una ráfaga y/o permite la consideración de efectos de contrapresión en los cuellos de botella del sistema de comunicación.

25 El rendimiento resultante y el recubrimiento de las VLAN en la red física se pueden usar entonces para juzgar la validez del diseño del sistema de comunicación y apoyar en la redistribución de la estructura física del sistema de comunicación en una forma más optimizada, si fuera necesario. Este análisis queda soportado además a base de realzar gráficamente todas aquellas partes del sistema en donde se alcanzan cuellos de botella a base de resaltar los retardos resultantes de los mensajes en el peor caso así como el tamaño de almacén intermedio necesario para impedir cualquier pérdida de mensajes. A modo de ejemplo, cualquier carga por debajo del máximo (por ejemplo 100 MB/s para un cable Ethernet o 200 mensajes/s para un IED en el nivel de la estación) no es crítico. Sin embargo; sumando las cargas de la red no críticas de diferentes trayectorias, el cable en el nivel de estación de PC o pasarela o nivel de estación de PC en sí, podría exceder su capacidad y convertirse en un cuello de botella.

REIVINDICACIONES

1. Un método de configuración del sistema de Control de Procesos PC y en particular un sistema de Automatización de Subestaciones SA, con una pluralidad de Dispositivos Electrónicos Inteligentes IED conectados a conmutadores de una red de comunicaciones basada en conmutadores Ethernet y con un IED remitente que envía diferentes mensajes que incluyen mensajes de emisión múltiple periódicos a diferentes receptores IED predeterminados siendo enviados los mensajes de emisión múltiple periódicos por un conmutador de la red de comunicaciones, que comprende
- 5
- 10 - la recuperación, para cada IED remitente de la pluralidad de IED y para cada mensaje configurado para ser transmitido por dicho IED remitente, desde una representación de la configuración del sistema de PC que comprende las definiciones de flujos de datos lógicos, de los IED receptores a los que se destina el mensaje, así como un identificador ID de la Red de Área Local Virtual VLAN, y
- 15 - la asignación, para cada IED receptor, de las ID de VLAN de todos los mensajes destinados a este IED receptor a un puerto de borde de un conmutador de la red de comunicaciones a la que se conecta este IED receptor.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende
- 20 - la asignación, en base a la información sobre una estructura física de la red de comunicación obtenida preferiblemente desde la representación de la configuración del sistema de PC, de las ID de VLAN para un puerto troncal de un conmutador de la red de comunicaciones a las que se conecta otro conmutador.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende
- 25 - la deducción, mediante un conmutador de la red de comunicación y en base a mensajes recibidos durante el funcionamiento del sistema de PC, de un ID de VLAN de un puerto troncal del conmutador al que se conecta otro conmutador.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado por que** comprende
- 30 - la evaluación de una carga de la red en un conmutador de la red de comunicación, en base a los ID de VLAN asignados o deducidos y en base al tamaño de mensajes o tasa de envío de información en los mensajes transmitidos por el conmutador.
- 35 5. El método de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado por que** comprende
- 40 - la evaluación de una carga de la red en un cable conectado a un puerto de un conmutador de la red de comunicación, en base a un ID de VLAN del puerto y en base a un tamaño de mensaje o tasa de envío de información sobre los mensajes transmitidos por el cable.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado por que** comprende
- 45 - la recuperación, desde la representación de configuración del sistema de PC, de la información formal acerca de los mensajes transmitidos, que comprende una tasa de cambio de datos general y un tamaño de ráfaga para informes basados en eventos.
7. Una herramienta de configuración para sistemas de Control de Procesos PC y en particular sistemas de Automatización de Subestaciones SA, con una pluralidad de Dispositivos Electrónicos Inteligentes IED conectados a conmutadores de una red de comunicaciones basada en conmutadores Ethernet y con un IED remitente que envía diferentes mensajes que incluyen mensajes de emisión múltiple periódicos a diferentes receptores IED predeterminados, siendo enviados los mensajes de emisión múltiple periódicos por un conmutador de la red de comunicaciones, adaptado para
- 50
- 55 - la recuperación, para cada IED remitente de la pluralidad de IED y para cada mensaje configurado para ser transmitido por dicho IED remitente, desde una representación de la configuración del sistema de PC que comprende las definiciones de flujos de datos lógicos, los IED remitentes a los que se destina el mensaje, así como un identificador ID de la Red de Área Local Virtual VLAN, y para
- 60 - la asignación, para cada IED receptor, de las ID de VLAN de todos los mensajes destinados a este IED receptor a un puerto de borde de un conmutador de la red de comunicaciones a la que se conecta este IED receptor.
8. La herramienta de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** se adapta para
- 65 - la asignación, en base a la información sobre una estructura física de la red de comunicación obtenida preferiblemente desde la representación de la configuración del sistema de PC, de las ID de VLAN para un

puerto troncal de un conmutador de la red de comunicaciones a las que se conecta otro conmutador.

9. La herramienta de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada por que** se adapta para

5 - la evaluación de una carga de red en un conmutador de la red de comunicación, en base a los ID de VLAN asignados y en base al tamaño de mensajes o tasa de envío de información sobre los mensajes transmitidos por el conmutador.

10. La herramienta de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada por que** se adapta para

10 - la evaluación de una carga de red en un cable conectado a un puerto de un conmutador de la red de comunicación, en base a un ID de VLAN del puerto y en base a un tamaño de mensaje o tasa de envío de información sobre los mensajes transmitidos por el cable.

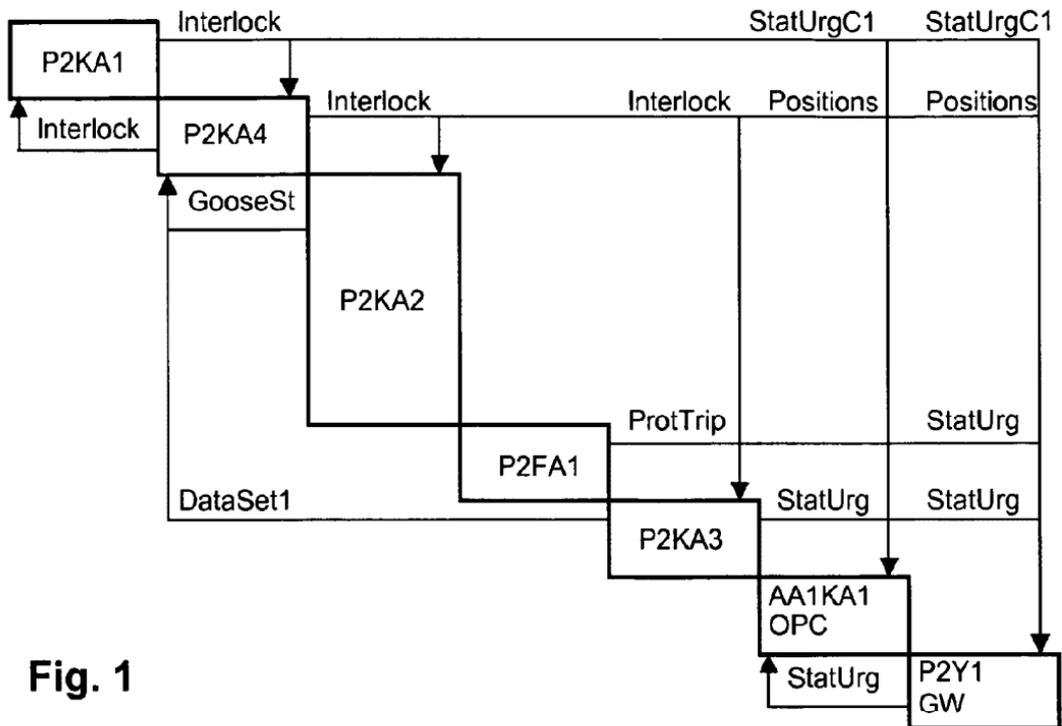


Fig. 1

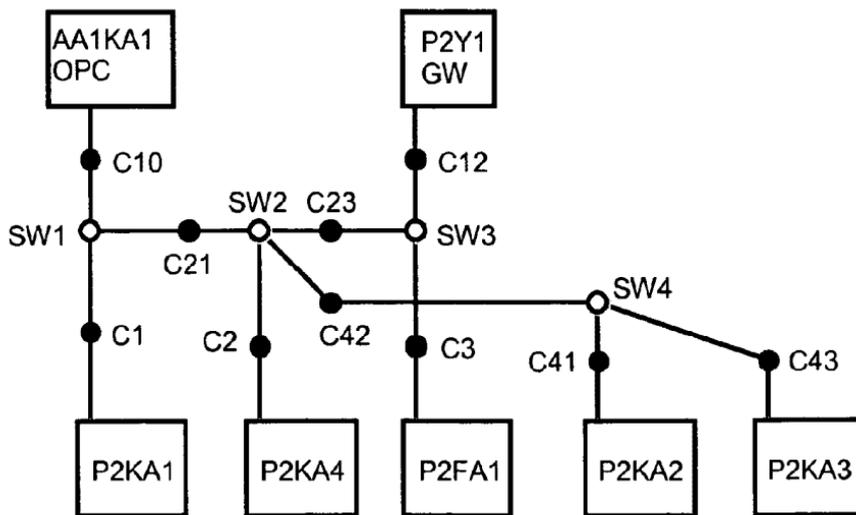


Fig. 2

```

<ConnectedAP iedName="P2KA1" apName="S1">
  <Address>
    <P type="IP">10.41.24.75</P>
    .....
  </Address>
  <GSE IdInst="C1" cbName="Interlock">
    <Address>
      <P type="MAC-Address">01-0C-CD-01-00-01</P>
      <P type="APPID">3001</P>
      <P type="VLAN-PRIORITY">4</P>
      <P type="VLAN-ID">004</P>
    </Address>
    <MinTime unit="s">4</MinTime>
    <MaxTime unit="s">10000</MaxTime>
  </GSE>
  <PhysConn type="Connection">
    <P type="Cable">C1</P>
    <P type="Port">P1</P>
  </PhysConn>
</ConnectedAP>

<ConnectedAP iedName="SW1" apName="S1">
  <Address>
    <P type="IP">10.41.24.105</P>
    .....
  </Address>
  <PhysConn type="Connection">
    <P type="Cable">C1</P>
    <P type="Port">P5</P>
  </PhysConn>
</ConnectedAP>

```

Fig. 3